

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 26/08

識別記号

F I

G 0 2 B 26/08

テマコード\* (参考)

H 2 H 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数19 ○ L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-169493

(22) 出願日

平成11年6月16日 (1999. 6. 16)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者

川浪 英利子

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者

大貫 一朗

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人

100105289

弁理士 長尾 達也

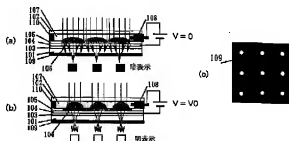
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示素子および表示装置

(57) 【要約】

【課題】 エレクトロウエッティング現象を利用して、小型化を図ることができ、簡単な構成で効率よく光量の変化で表示を切り替えることができる表示素子および表示装置を提供すること。

【解決手段】 マスクを通過する光量の変化により表示の切り替えを行う表示素子であって、第1と第2の支持体と、前記第1と第2の支持体間に形成された空間内に密閉され互いに混合することのない第1の液体及び導電性または有極性の第2の液体とを有し、該第2の液体への電圧の印加により前記第1の液体と前記第2の液体との界面形状を変化させ、マスクを通過する光量の調節を行う。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】マスクを通過する光量の変化により表示の切り替えを行う表示素子であって、第1と第2の支持体と、前記第1と第2の支持体間に形成された空間内に密閉され互いに混合することのない第1の液体及び導電性または有極性の第2の液体とを有し、該第2の液体への電圧の印加により前記第1の液体と前記第2の液体との界面形状を変化させ、マスクを通過する光量の調節を行うことを特徴とする表示素子。

【請求項2】前記第2の液体から絶縁された第1の電極と、前記第2の液体に導通された第2の電極とを有し、前記第1の電極と前記第2の電極との間の印加電圧を変化させることにより、前記第1の液体と前記第2の液体との界面形状を変化させることを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

【請求項3】前記第1の電極と、前記第1の液体との間に絶縁層を有することを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

【請求項4】前記絶縁層は、前記第1の電極を介して第1の支持体上に形成されていることを特徴とする請求項3に記載の表示素子。

【請求項5】前記第1の液体と前記第2の液体とを、該第2の液体を介して前記第2の支持体に接触しないようにして前記空間内に密閉し、電圧の印加により前記界面形状を変化させ、該界面を通過する光の焦点距離を変化させて、マスクを通過する光量の調節を行うことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項6】前記マスクが、光透過部と遮光部を有するマスクであることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項7】前記マスクが、前記第1の液体と前記第2の液体との界面における中心軸と略一致した格子状の光透過部を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項8】前記マスクが、前記第1の液体と前記第2の液体との界面における中心軸と略一致した格子状の光遮断部を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項9】前記第1の電極手段が、第1の支持体上に平行に形成されていることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項10】前記第1の電極手段が、第1の支持体上に垂直に形成されていることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項11】前記第1の液体と前記第2の液体である電解質溶液は、比重が実質的に等しいことを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項12】前記第1の液体の屈折率と前記第2の液体である電解質溶液は、屈折率差が、0.05以上あることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載

の表示素子。

【請求項13】前記第1の液体は、その屈折率が前記第1と第2の支持体の屈折率より大きいことを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項14】前記第1の液体は、その屈折率が前記第2の液体である電解質溶液の屈折率より大きいことを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項15】前記第2の液体である電解質溶液は、屈折率が前記第1と第2の支持体の屈折率と実質的に等しいことを特徴とする請求項1～14のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項16】前記絶縁層の屈折率が、前記第1と第2の支持体の屈折率と実質的に等しいことを特徴とする請求項2～15のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項17】前記第1の電極が、2つ以上の電極を持ちそれぞれ独立に制御する手段を持つことを特徴とする請求項2～16のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項18】光量を調節することができる表示素子と表示素子に光を供給する光源とを少なくとも備える表示装置において、前記表示素子が請求項1～17のいずれか1項に記載の表示素子で構成されていることを特徴とする表示装置。

【請求項19】前記表示素子と前記光源の間にカラーフィルタ層を有することを特徴とする請求項18に記載の表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表示素子および表示装置に関し、特に、エレクトロウエッチング現象を利用して、小型化を図ることができる、簡単な構成で効率よく光量の変化で表示を切り替えることができる表示素子および表示装置の実現を目指すものである。

#### 【0002】

【従来の技術】従来、表示素子あるいは表示装置としては、液晶を用いたものが広く用いられており、透明電極基板間に印加する電界の状態に応じて、液晶分子のねじれ状態が変化し、それらが透過する光の偏光状態に影響を与え、偏光板との関係で光の透過／不透過を制御し、情報の表示を行っている。このような液晶表示装置では、基本的にはねじれ角が90度のツイステッドネマチック型液晶セルを用いている。また、光の散乱を利用した表示方式が、いくつか提案されており、そうしたものとして高分子樹脂中に液晶を分散させた、分散型液晶が提案されており、公表特許昭和58-501631号公報に開示されている。NCAP膜、あるいは公表特許昭和63-501512号公報に開示されているPDLC膜等がある。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記し

た従来例の表示素子および表示装置は、つぎのような問題を有している。例えば、液晶を用いた表示装置のうち、バックライト等を設けた透過型のもの、明るい表示が可能であるが、バックライト等は体積的に大きく、消費電力も大きいという課題がある。一方、反射型のものでそうした課題は生じないが、偏光板等での光の吸収が大きいために、表示そのものが暗く、表示のコントラストも低いという点に問題がある。また、高分子分散型液晶では、液晶表示装置の外部からPDL C膜等に入射した光の後方散乱は小さく、前方散乱が大きい。このためにその白色度および白黒のコントラストはPDL C膜とその背後の黒色体との距離に依存するためにコントラスト比が低い値にしかならないという点に問題をもっている。

【0004】ところで、液体に電圧を加えると界面張力が変化して界面の移動変形が起こる現象として、エレクトロウエッティング現象が知られている。これは電気毛管ともいわれ、図5のように絶縁層502を形成した基板電極501上に、導電性の液滴503があり、この液滴503と基板電極501との間に電圧をかけると、一種のコンデンサを形成し静電エネルギーが蓄積され、この静電エネルギーにより、表面張力の釣り合いが変化し、液滴503が変形するものである(図5(b))。このようなエレクトロウエッティング現象は、これまで可変焦点レンズ(WO99/18456)、電気毛管ディスプレイシート(特開平09-311643号公報)などにおいて、その利用が図られてきたが、エレクトロウエッティング現象を利用して、光量の変化で表示を切り替える表示素子あるいは表示装置は、未だ実現していない。

【0005】そこで、本発明は、上記した課題を解決し、従来のものとは異なる方式の表示素子および表示装置を構成するため、上記のエレクトロウエッティング現象を利用して、小型化を図ることができ、簡単な構成で効率よく光量の変化で表示を切り替えることができる表示素子および表示装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を達成するため、表示素子および表示装置を、つぎの(1)〜(19)のように構成したことを特徴とするものである。

(1) 本発明の表示素子は、マスクを通過する光量の変化により表示の切り替えを行う表示素子であって、第1と第2の支持体と、前記第1と第2の支持体間に形成された空間内に密閉され互いに混合することのない第1の液体及び導電性または有極性の第2の液体とを有し、該第2の液体への電圧の印加により前記第1の液体と前記第2の液体との界面形状を変化させ、マスクを通過する光量の調節を行うことを特徴としている。

(2) 本発明の表示素子は、前記第2の液体から絶縁された第1の電極と、前記第2の液体に導通された第2の電極とを有し、前記第1の電極と前記第2の電極との間の印加電圧を変化させることにより、前記第1の液体と前記第2の液体との界面形状を変化させることを特徴としている。

(3) 本発明の表示素子は、前記第1の電極と、前記第1の液体との間に絶縁層を有することを特徴としている。

(4) 本発明の表示素子は、前記絶縁層が、前記第1の電極を介して第1の支持体上に形成されていることを特徴としている。

(5) 本発明の表示素子は、前記第1の液体と前記第2の液体とを、該第2の液体を介して前記第2の支持体に接触しないようにして前記空間内に密閉し、電圧の印加により前記界面形状を変化させ、該界面を通過する光の焦点距離を変化させて、マスクを通過する光量の調節を行うことを特徴としている。

(6) 本発明の表示素子は、前記マスクが、光透過部と遮光部を有するマスクであることを特徴としている。

(7) 本発明の表示素子は、前記マスクが、前記第1の液体と前記第2の液体との界面における中心軸と略一致した格子状の光透過部を有することを特徴としている。

(8) 本発明の表示素子は、前記マスクが、前記第1の液体と前記第2の液体との界面における中心軸と略一致した格子状の光遮断部を有することを特徴としている。

(9) 本発明の表示素子は、前記第1の電極手段が、第1の支持体上に平行に形成されていることを特徴としている。

(10) 本発明の表示素子は、前記第1の電極手段が、第1の支持体上に垂直に形成されていることを特徴としている。

(11) 本発明の表示素子は、前記第1の液体と前記第2の液体である電解質溶液は、比重が実質的に等しいことを特徴としている。

(12) 本発明の表示素子は、前記第1の液体の屈折率と前記第2の液体である電解質溶液は、屈折率差が、0.05以上あることを特徴としている。

(13) 本発明の表示素子は、前記第1の液体は、屈折率が前記第1と第2の支持体の屈折率より大きいことを特徴としている。

(14) 本発明の表示素子は、前記第1の液体は、屈折率が前記第2の液体である電解質溶液の屈折率より大きいことを特徴としている。

(15) 本発明の表示素子は、前記第2の液体である電解質溶液は、屈折率が前記第1と第2の支持体の屈折率と実質的に等しいことを特徴としている。

(16) 本発明の表示素子は、前記絶縁層の屈折率が、前記第1と第2の支持体の屈折率と実質的に等しいことを特徴としている。

(17) 本発明の表示素子は、前記第1の電極が、2つ以上の電極を持ちそれぞれ独立に制御する手段を持つことを特徴としている。

(18) 本発明の表示装置は、光量を調節することができる表示素子と表示素子に光を供給する光源とを少なくとも備える表示装置において、前記表示素子が上記した本発明のいずれかの表示素子で構成されていることを特徴としている。

(19) 本発明の表示装置は、前記表示素子と前記光源の間にカラーフィルタ層を有することを特徴としている。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】本実施形態で開示する表示素子および表示装置は、上記した構成により、効率よく光量の変化で表示を切り替えることができる小型で簡単な構成の表示素子および表示装置を実現することができる。上記(1)～(6)のように構成することによって、光量を変化させ表示のオン/オフを切り替えることが可能となり、また、表示切り替えに機械的な駆動機構が必要でないため、小型化することができる。また、上記(7)のように、マスクが界面の中心軸と略一致した格子状の光透過部を有する構成を採ることにより、入射光の焦点位置がマスク上に一致する場合は、入射光は全透過し表示をオンにすることができ、焦点位置がマスク上に一致しない場合は、入射光はほぼ遮断され表示をオフにすることができ、表示のオン/オフを切り替えることが可能となる。また、上記(8)のように、マスクが界面の中心軸と略一致した格子状の光遮断部を有する構成を採ることにより、入射光の焦点位置がマスク上に一致する場合は、入射光は全透過し表示をオフにすることができ、焦点位置がマスク上に一致しない場合は、入射光はほぼ遮断され表示をオンにすることができ、表示のオン/オフを切り替えることが可能となる。また、上記(9)のように、第1の電極手段が第1の支持体上に平行に形成される構成を採ることにより、エレクトロウエッチング現象を利用して、簡単な構成で表示を切り替えることが可能となる。また、上記(10)のように、第1の電極手段が第1の支持体上に垂直に形成される構成を採ることにより、入射光を効率よく利用することが可能となる。また、上記(11)のように、前記第1の液体と前記第2の液体である電解質溶液の比重が実質的に等しい構成を採ることによって、重力の影響を排除することが可能となる。また、上記(12)のように、第1の液体の屈折率と第2の液体である電解質溶液の屈折率差が、0.05以上である構成を採ることによって、前記第1の液体の屈折率と前記第2の液体である電解質溶液との界面で入射光を偏向させることができる。また、上記

(13)～(16)のように、第1および第2の液体の屈折率、あるいは絶縁層の屈折率等を所定の屈折率に設定することによって、より有効な表示素子を実現するこ

とができる。また、上記(17)のように、第1の電極が2つ以上の電極を持ちそれぞれ独立に制御する手段を持つように構成することによって、アレイ状に並んだ第1の液体を1つ1つを独立して駆動することができる。また、上記(18)のように、上記のいずれかの表示素子によって表示装置を構成することにより、効率よく光量の変化で表示を切り替えることができる小型で簡単な構成の表示装置を実現することができる。また、上記(19)のように、上記のいずれかの表示素子と光源の間にカラーフィルタ層を有する構成を採ることによって、カラー表示が可能な表示装置を実現することができる。

#### 【0008】

【実施例】以下に、本発明の実施例について説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

【実施例1】図1(a)および(b)は、本発明の実施例1に関わる表示素子の断面図である。図1において、本実施例の表示素子は、支持体である第1、第2の基板101、102および、第1の電極であるアクティブ素子アレイ基板103、絶縁層104、表面処理層105および、基板101および102の間に形成された空間に封入された第1の液体106、導電性の第2の液体である電解質溶液107、および第2の電極である対向電極108およびマスク109から形成されている。

【0009】屈折率 $n_p$ の光学材料からなる基板101、102は1mm厚の透明ガラス基板であり、103は、例えば従来の液晶表示装置で用いられているTFTのようなスイッチング用アクティブ素子とこれに接続された画素電極および走査線および信号線が配設されたアクティブ素子アレイ基板であり、基板101上に形成されている。アクティブ素子アレイ基板103上にポリカ樹脂(大日本印刷(株)製、型番C001)を滴下し、ガラス板で押しつけた後、15分間UV照射を行い、厚さ20 $\mu$ m程度の透明な絶縁層104を形成する。

【0010】絶縁層104の屈折率は、基板101および102の屈折率 $n_p$ と実質的に等しい事が望ましい。絶縁層104上に、ディッピング法により、厚さ100nm程度のサイトップ(旭硝子(株)製)によるモザイク状にパターン化された表面処理層105を形成する。アクティブ素子アレイ基板103、絶縁層104、表面処理層105を形成した基板101の反対側の面上に、タングステン(W)またはタングステンシサイド(WSi)をスパッタ法またはCVD法を用いて、厚さ0.5 $\mu$ mとなるように形成した後、モザイク状にパターン化された表面処理層105の格子の中心軸に一致した部分をエッチングにより除去し、マスク109を形成する。

【0011】図1(c)は、この様にして形成されたマ

スクの平面図である。つまり、マスク109は、格子の中心軸に一致した部分が光の透過部となる。アクティブ素子アレイ基板103、絶縁層104、表面処理層105を形成した基板101、および基板102の間に、シリコンオイルTSF437（東芝シリコン（株）製）から成る第1の液体106および第1の液体106に比重が実質的に等しくなるように調整したNaCl水溶液（3.0wt%）から成る電解質溶液107を封入する。第1の液体106と電解質溶液107の比重は、±1.0%以内の範囲で等しければよい。封入する際には、第1の液体106が基板102と接触しないようにする。封入した第1の液体106、電解質溶液107が漏れないように、ニッケルからなる対向電極108とガラス板等の封止物110で封止する。

【0012】また、電解質溶液107の屈折率 $n_H$ は、基板101、102の屈折率 $n_P$ に対し、実質的に等しいことが望ましい（ $n_P \approx n_H$ ）。また、第1の液体106は、シリコンオイルのように電解質溶液107と混合しない液体であり、その屈折率 $n_H$ は、基板101、102の屈折率 $n_P$ より大きいことが望ましい（ $n_H > n_P$ ）。第1の液体106の屈折率は1.49であり、電解質溶液107の屈折率は1.34であるため、入射光は、第1の液体106と電解質溶液107の界面で屈折するが、電解質溶液107に電圧を印加していない状態、すなわち電解質溶液107がアクティブ素子アレイ基板103およびニッケルからなる対向電極108に電圧を加えていない状態（図1（a））、つまり $V=0$ では、第1の液体106のアクティブ素子アレイ基板103、絶縁層104、表面処理層105を形成した基板101に対する接触角 $\theta_0$ が小さいため光があまり集光せず、ほとんどの光が、マスク109によりカットされ、表示がオフの状態となる。

【0013】そして、アクティブ素子アレイ基板103および対向電極108に電圧を加えると（図1

（b））、つまり $V=V_0$ になると、第1の液体106と電解質溶液107の界面張力が変化して界面が変形し、第1の液体106のアクティブ素子アレイ基板103、絶縁層104、表面処理層105を形成した基板101に対する接触角 $\theta_0$ が電圧をかけていないときの接触角 $\theta_0$ より大きくなり（ $\theta_V > \theta_0$ ）、光がマスク109の光が通過できる部分にほぼ1点に集光し、ほとんどの光が、マスク109を通過するため、表示がオンの状態となる。本実施例では、アクティブ素子アレイ基板103を使用しているため、走査線に逐次タイミングを合わせて、全ての信号線に電圧を印加していくことで、アレイ状に並んだ第1の液体106を1つ1つを独立して駆動することができる。

【0014】また、基板101、102の材質は、ガラス、またはテフロン、ポリカーボネートおよびアクリルのようなプラスチックでもよい。絶縁層104の屈折率

は、基板101および102の屈折率 $n_P$ と実質的に等しい事が望ましく、絶縁層104は、紫外線硬化であるレプリカによって形成された膜でもよく、キャスト法によって形成された膜でもよく、さらにはスパッタリングまたは化学蒸着処理法によって蒸着された膜でもよい。

【0015】紫外線硬化で使用する樹脂としては、アクリレート系、不飽和ポリエステル/スチレン系、ポリエチレン/チオール系、エポキシ/ルイス酸系、などが挙げられる。重合速度や粘度を調節する必要がある場合は、異なった材料を混合するか、モノマーや重合度の異なったオリゴマーを添加すればよい。光重合開始剤としては、アセトフェノン、ベンゾフェノン、ベンジル、ベンゾイン、チオキサントンなどやそれらの誘導体、およびテトラメチルチウラムモノサルファイド（TSM）などがある。重合開始剤の濃度は、ポリマーに対して0.3～5.0%、望ましくは0.5～3.0%がよい。

【0016】また、キャスト法で用いることのできる樹脂としては、PMMAなどのアクリル系樹脂、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリアリレート、ポリエーテルサルフォン、シロキサン系樹脂などが、各種溶媒に解けやすいために好ましいが、エポキシ樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレンおよびこれらの共重合体などでも溶媒を工夫することによって使用可能である。スパッタリングまたは化学蒸着法で用いることのできる樹脂は、テフロンまたは他のフッ素処理ポリマーであってもよい。

【0017】表面処理層105としては、サイトピンをディッピング法により塗布したのもでもよく、メチルトリメトキシシラン、ジメチルメトキシシラン、N-（β-アミノエチル）-γ-アミノプロピルメチルジメチルシランの一種または二種以上のケイ素化合物を水で希釈し得られる液を塗布してもよく、フルオロアルキルシラン化合物、長鎖脂肪族シラン化合物およびケイ素シランネットワークのうち、少なくとも2種類以上の化合物と希釈溶剤ならびに酸触媒でなる混合溶液を塗布したのもでもよい。基板101、102の間に封入してある電解質溶液107は、NaCl、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ などのような電解質を溶かした水溶液でもよく、水、アルコール、アセトン、ホルムアミド、エチレングリコールのような有機性液体およびこれらと他の適当な液体との混合物でもよい。第1の液体106は、シリコンオイルのように電解質溶液107と混合しない液体である。また、第1の液体106の屈折率は、電解質溶液106の屈折率より大きいことが望ましい。

【0018】対向電極108は、金、白金、ステンレス鋼、ニッケル、銀および酸化インジウム/すずのような材料でできていてもよく、電解質溶液107と接していれば、平版でも棒状でもよい。マスク109は、タングステン（W）またはタングステンシリサイド（WSi）をスパッタ法またはCVD法を用いて形成したのもでも

よく、モリブデンおよびチタンのような高融点金属から選ばれる少なくとも一つの金属膜であることが望ましい。封止物 110 は、ガラス、アクリル、金属のような材料でできていてもよく、封止することができれば、平板でも円形でも棒状でもよい。また、図 1 では、一方を対向電極 108、もう一方をガラスの封止物 110 で封止しているが、両方ともガラス板で封止してもよい。また、実施例 1 では、マスク 109 を直接基板 101 上に形成したが、実施例 1 の変形例として、遮光するものとして遮光膜ではなく、金属等でできたモザイク状のパターン化された遮光基板を用いてもよい。

【0019】【実施例 2】図 2 (a) および (b) は、本発明の実施例 2 に関わる光学素子の断面図である。図 2 において、本実施例の光学素子は、支持体である第 1、第 2 の基板 201、202 および、第 1 の電極であるアクティブ素子アレイ基板 203、絶縁層 204、表面処理層 205 および、基板 201 および 202 の間に形成された空間に封入された第 1 の液体 206、導電性の第 2 の液体である電解質溶液 207、および第 2 の電極である対向電極 208 およびマスク 209 から形成されている。実施例 1 と同様に作成した、アクティブ素子アレイ基板 203、絶縁層 204、表面処理層 205 を形成した基板 201 のもう一方の面上にマスク 209 として、タングステン (W) またはタングステンシリサイド (WSi) をスパッタ法または CVD 法を用いて、厚さ 0.5  $\mu\text{m}$  となるように形成した後、モザイク状にパターン化された表面処理層 205 の孔の中心軸に一致した部分を残すようにしてエッチングにより除去した。

【0020】図 2 (c) は、この様にして形成されたマスクの平面図である。つまり、マスク 209 は、格子の中心軸に一致した部分が遮光部となる。実施例 1 と同様に、アクティブ素子アレイ基板 203、絶縁層 204、表面処理層 205 を形成した基板 201、および基板 202 の間に、シリコーンオイル SF437 (東芝シリコン (株) 製) から成る第 1 の液体 206 および第 1 の液体 206 に比重が実質的に等しくなるように調整した NaCl 水溶液 (3.0 wt %) から成る電解質溶液 207 を封入し、封入した第 1 の液体 206、電解質溶液 207 が漏れないように、ニッケルからなる対向電極 208 とガラス板等の封止物 210 で封止する。

【0021】第 1 の液体 206 の屈折率は 1.49 であり、電解質溶液 207 の屈折率は 1.34 であるため、入射光は、第 1 の液体 206 と電解質溶液 207 の界面で屈折するが、アクティブ素子アレイ基板 203 および対向電極 208 に電圧を加えていない状態 (図 2 (a))、つまり  $V=0$  では、第 1 の液体 206 のアクティブ素子アレイ基板 203、絶縁層 204、表面処理層 205 を形成した基板 201 に対する接触角  $\theta_0$  が小さいため光があまり集光せず、ほとんどの光がマスク 209 によりカットされず通過し、表示がオンの状態とな

る。

【0022】そして、アクティブ素子アレイ基板 103 および対向電極 208 に電圧を加えると (図 2 (b))、つまり  $V=V_0$  になると、第 1 の液体 206 と電解質溶液 207 の界面張力が変化して界面が変形し、第 1 の液体 206 のアクティブ素子アレイ基板 203、絶縁層 204、表面処理層 205 を形成した基板 201 に対する接触角  $\theta_0$  が電圧をかけていないときの接触角  $\theta_0$  より大きくなり ( $\theta_0 > \theta_0$ )、光がマスク 209 の遮光部にほぼ 1 点に集光し、ほとんどの光が、マスク 209 によりカットされるため、表示がオフの状態となる。この際に、アクティブ素子アレイ基板 203 を使用しているため、走査線に逐次タイミングを合わせて、全ての信号線に電圧を印加していくことで、アレイ状に並んだ第 1 の液体 206 を 1 つ 1 つを独立して駆動することができる。実施例 2 で使用する材料は、実施例 1 と同じものを用いてもよい。

【0023】【実施例 3】図 3 は、本発明の実施例 3 に関わる表示素子の断面図である。図 3 において、本実施例の表示素子は、第 1、第 2 の基板 301、302 および、第 1 の電極であるアクティブ素子アレイ基板 303、表面処理層 304、第 2 の電極である対向電極 305 および絶縁層 306、基板 301 および 302 の間に形成された空間に封入された第 1 の液体 307 および第 2 の液体である電解質溶液 308、マスク 309 から形成されている。

【0024】屈折率  $n_p$  の光学材料からなる基板 301、302 は 1mm 厚の透明ガラス基板であり、303 は、例えば従来の液晶表示装置で用いられている TFT のようなスイッチング用アクティブ素子とこれに接続された画素電極および走査線および信号線が配設されたアクティブ素子アレイ基板であり、基板 302 上に形成されている。アクティブ素子アレイ基板 303 上にレプリカ樹脂 (大日本印刷 (株) 製、型番 C001) を滴下し、ガラス板で押しつけた後、15 分間 UV 照射を行い、厚さ 20  $\mu\text{m}$  程度の透明な絶縁層 306 a を形成する。基板 301 上に、デビッキング法により、厚さ 100 nm 程度のサイトップ (旭硝子 (株) 製) によるモザイク状にパターン化された表面処理層 304 を形成する。

【0025】305 は、アルミニウムよりなる円筒状の対向電極 (第 2 の電極、図 3 (c)) であり、対向電極 305 の内部に電着塗膜により、10  $\mu\text{m}$  程度の絶縁層 306 b を形成する。絶縁層 306 b を形成した対向電極 305 を表面処理層 304 を形成した基板 301 に接着する。基板 301 の対向電極 305 とは反対側の面上にマスク 309 として、タングステン (W) またはタングステンシリサイド (WSi) をスパッタ法または CVD 法を用いて、厚さ 0.5  $\mu\text{m}$  となるように形成した後、モザイク状にパターン化された表面処理層 304 の

格子の中心軸に一致した部分をエッチングにより除去した。つまり、マスク309は、表面処理層304格子の中心軸に一致した部分が光の透過部となる。

【0026】アクティブ素子アレイ基板303および絶縁層306aを形成した基板302、および基板301上に形成した対向電極305の各円筒の間に、シリコンオイルTSF437（東芝シリコン（株）製）から成る第1の液体307および第1の液体307に比重が実質的に等しくなるように調整したNaCl水溶液（3.0wt%）から成る電解質溶液308を封入する。第1の液体307と電解質溶液308の比重は、±10%以内の範囲で等しければよい。封入する際には、第1の液体307が基板301と接触しないようにする。

【0027】また、電解質溶液308の屈折率 $n_p$ は、基板301、302の屈折率 $n_s$ に対し、実質的に等しいことが望ましい（ $n_p \approx n_s$ ）。また、第1の液体307は、シリコンオイルのように電解質溶液308と混合しない液体であり、その屈折率 $n_p$ は、基板301、302の屈折率 $n_s$ より大きいことが望ましい（ $n_p > n_s$ ）。アクティブ素子アレイ基板303およびアルミニウムから成る対向電極305に電圧を加えていない状態（図3（a））、つまり $V=0$ では、第1の液体307と表面処理層304を形成した基板301との接触角 $\theta_0$ が小さいため光があまり集光せず、ほとんどの光が、マスク309によりカットされ、表示がオフの状態となる。

【0028】そして、アクティブ素子アレイ基板303および対向電極305に電圧を加えると（図3（b））、つまり $V=V_0$ になると、第1の液体307と電解質溶液308の界面張力が変化して界面が変形し、第1の液体307と表面処理層304を形成した基板301との接触角 $\theta_v$ が電圧をかけていないときの接触角 $\theta_0$ より大きくなり（ $\theta_v > \theta_0$ ）、光がマスク309の光が通過できる部分にほぼ1点に集光し、ほとんどの光が、マスク309を通過するため、表示がオン状態となる。この際に、アクティブ素子アレイ基板303を使用しているため、走査線に逐次タイミングを合わせて、全ての信号線に電圧を印加していくことで、アレイ状に並んだ第1の液体307を1つ1つを独立して駆動することができる。

【0029】本実施例では、第1の電極であるアクティブ素子アレイ基板303と第2の電極である対向電極305の配置が垂直であり、第1の液体307が、第2の電極である対向電極305と接触することができるために、全ての光を有効に使えることができる。実施例3で使用する材料は、実施例1と同じものを用いて良い。

【実施例4】図4は、本発明の実施例4に関わる表示装置の断面図である。図4において、本発明の表示装置は、光源であるランプ401、反射鏡402、導光板4

03、カラーフィルタ404、表示素子として、実施例1もしくは実施例2もしくは実施例3における表示素子405から構成されている。ランプ401から、発せられた光は、反射鏡402で反射されて導光板403を進む。この導光板403より出射された白色光はカラーフィルタ404により、赤、緑、青の3色の光に分光され、その後、表示素子405を通過し各光の光量が調節し、出射される。

【0030】本実施例の表示装置では、電圧を印加することで、表示素子内に封入してある第1の液体と第2の液体である電解質溶液との界面形状を変化させることにより、界面を通過する光の焦点距離を変化させ、マスクを通過する光の光量を調節することで、各光の出射量を変化させ表示をおこなっている（図4（b））。また出射量を調節するために機械的な駆動機構が必要でないため、小型化することができる。本実施例の表示装置では、カラーフィルタ層を備えているが、カラーフィルタ層がない場合は、白黒表示をすることができる。以上、実施例1～実施例4に示した表示素子あるいは表示装置は、光量の調節を行う手段として機械的な駆動機構が必要ない装置の小型化を図ることができる。また、エレクトロウエッチング現象を利用して光量の調節を行うようにしているので、効率よく光量の変化により表示の切り替えを行うことができる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、エレクトロウエッチング現象を利用して、従来のものとは異なる方式の表示素子および表示装置を構成することができ、小型化を図ることが可能となり、また簡単な構成によって効率よく光量の変化で表示の切り替えを行うことが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に関わる表示素子の概要を示す図である。

【図2】本発明の実施例2に関わる表示素子の概要を示す図である。

【図3】本発明の実施例3に関わる表示素子の概要を示す図である。

【図4】本発明の実施例4に関わる表示装置の概要を示す図である。

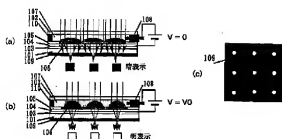
【図5】エレクトロウエッチング現象を説明するための電圧の印加前、印加後の液滴の変化を示す図である。

#### 【符号の説明】

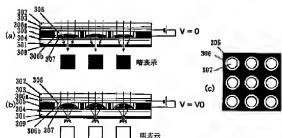
- 101：第1の基板
- 102：第2の基板
- 103：アクティブ素子アレイ基板
- 104：絶縁層
- 105：表面処理層
- 106：第1の液体
- 107：第2の液体（電解質溶液）

108: 対向電極  
 109: マスク  
 110: 封止物 (ガラス板)  
 201: 第1の基板  
 202: 第2の基板  
 203: アクティブ素子アレイ基板  
 204: 絶縁層  
 205: 表面処理層  
 206: 第1の液体  
 207: 第2の液体 (電解質溶液)  
 208: 対向電極  
 209: マスク  
 210: 封止物 (ガラス板)  
 301: 第1の基板  
 302: 第2の基板  
 303: アクティブ素子アレイ基板

【図1】

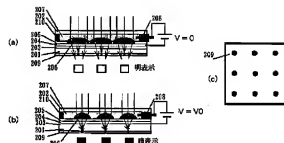


【図3】

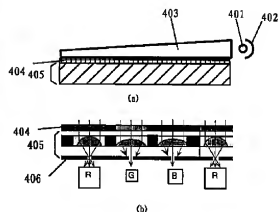


304: 表面処理層  
 305: 対向電極  
 306a、306b: 絶縁層  
 307: 第1の液体  
 308: 第2の液体 (電解質溶液)  
 309: マスク  
 401: ランプ  
 402: 反射鏡  
 403: 導光板  
 404: カラーフィルタ  
 405: 表示素子  
 406: マスク  
 501: 絶縁層  
 502: 基板電極  
 503: 液滴

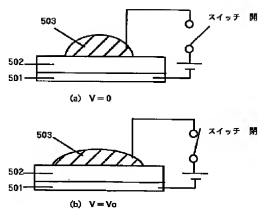
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 小倉 栄夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

Fターム(参考) 2H041 AA01 AB24 AB32 AB38 AC10